

# Controlli Automatici A

(Prof. Rocco)

Anno accademico 2011/2012

Appello del 8 Febbraio 2012

Cognome:.....

Nome: .....

Matricola:.....

Firma:.....

## Avvertenze:

- Il presente fascicolo si compone di **8** pagine (compresa la copertina). Tutte le pagine utilizzate vanno firmate.
- Durante la prova non è consentito uscire dall'aula per nessun motivo se non consegnando il compito o ritirandosi.
- Nei primi 30 minuti della prova non è consentito ritirarsi.
- Durante la prova non è consentito consultare libri o appunti di alcun genere.
- Non è consentito l'uso di calcolatrici con display grafico.
- Le risposte vanno fornite **esclusivamente negli spazi** predisposti. Solo in caso di correzioni o se lo spazio non è risultato sufficiente, utilizzare l'ultima pagina del fascicolo.
- La chiarezza e l'**ordine** delle risposte costituiranno elemento di giudizio.
- Al termine della prova va consegnato **solo il presente fascicolo**. Ogni altro foglio eventualmente consegnato non sarà preso in considerazione.

Firma:.....

---

**Utilizzare questa pagina SOLO in caso di correzioni o se lo spazio a disposizione per qualche domanda non è risultato sufficiente**

**Esercizio 1**

Si consideri un generico sistema dinamico lineare tempo invariante:

$$\dot{\mathbf{x}}(t) = \mathbf{A}\mathbf{x}(t) + \mathbf{B}u(t)$$

$$y(t) = \mathbf{C}\mathbf{x}(t)$$

**1.1** Posto:

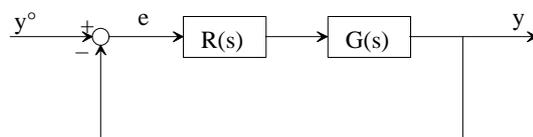
$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & -2 & 0 \end{bmatrix}, \quad \mathbf{B} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$$
$$\mathbf{C} = [0 \quad 0 \quad 0 \quad 1]$$

si determini la matrice  $\mathbf{K}$  in modo tale che il sistema in anello chiuso abbia tutti gli autovalori nel punto  $-1$ .

**1.2** Si spieghi se è possibile, per il sistema dato, posizionare arbitrariamente gli autovalori se lo stato non è misurabile.

**Esercizio 2**

Si consideri il seguente sistema di controllo:



dove  $G(s) = 1000 \frac{1 - 0.1s}{(1 + s)(1 + 0.01s)}$

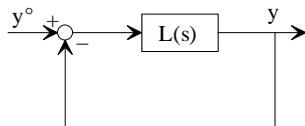
**2.1** Si determini la funzione di trasferimento  $R(s)$  del regolatore, in modo tale che:

- L'errore a transitorio esaurito sia nullo quando  $y^{\circ}(t) = \text{sca}(t)$
- Il margine di fase  $\varphi_m$  sia maggiore o uguale di  $60^{\circ}$ .
- La pulsazione critica sia maggiore o uguale di  $3 \text{ rad/s}$ .

**2.2** Si determini l'errore  $e$  a regime quando  $y^{\circ}(t) = 1 + 2t$ ,  $t \geq 0$ .

**Esercizio 3**

Si consideri il sistema dinamico in retroazione:



in cui  $L(s) = \rho \frac{s+3}{(s+2)(s+4)^2}$ .

**3.1** Si tracci il luogo delle radici diretto.

**3.2** Si tracci il luogo delle radici inverso.

**3.3** Quando uno dei poli in anello chiuso è nel punto  $\bar{s} = -6$  il sistema in anello chiuso è asintoticamente stabile?

**Esercizio 4**

Si consideri il sistema dinamico a tempo discreto di funzione di trasferimento:

$$G(z) = \frac{z+1}{2z^3 + 2z^2 + z + 2}.$$

**4.1** Si determinino guadagno e tipo di  $G$ .

**4.2** Si discuta la stabilità del sistema, senza calcolare numericamente le radici del polinomio a denominatore della funzione di trasferimento.

**Esercizio 5**

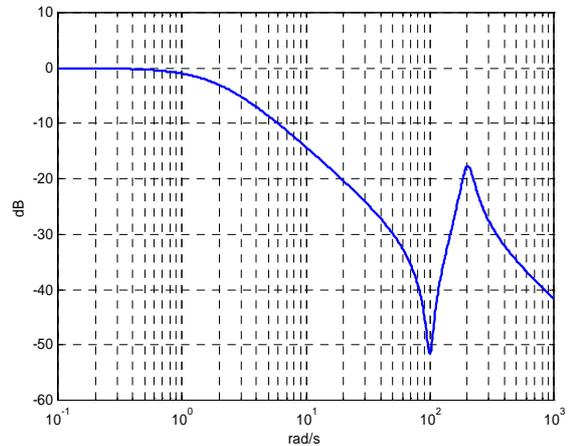
Si consideri il progetto del sistema di controllo di posizione/velocità per un servomeccanismo affetto da elasticità. Si conoscono i seguenti parametri fisici:

$$J_l = 27 \text{ Kg m}^2 \text{ [momento di inerzia del carico]}$$

$$n = 100 \text{ [rapporto di trasmissione]}$$

**5.1** Si supponga di chiudere un anello di velocità con un controllore che conferisce una banda passante molto ristretta. In queste condizioni si ottiene sperimentalmente il diagramma di Bode del modulo della risposta in frequenza del sistema in anello chiuso riportato in figura:

Si stimino, sulla base del grafico, i valori del momento di inerzia  $J_m$  del motore e della costante elastica  $K_{el}$  della trasmissione.



**5.2** Si determinino i valori del guadagno proporzionale  $K_{pv}$  e del tempo integrale  $T_{iv}$  del regolatore di velocità in modo da massimizzare approssimativamente lo smorzamento dei poli del sistema in anello chiuso.

**Esercizio 6**

**6.1** Si disegni lo schema di un amplificatore operazionale in configurazione non invertente.

**6.2** Si mostri che l'amplificatore in configurazione inseguitore (buffer) è un caso particolare del precedente e si spieghi qual è l'utilità di questo dispositivo.